

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-083374

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

51)Int.Cl.

G02B 6/42
G02B 6/122
H01S 5/026

21)Application number : 11-260710

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

22)Date of filing : 14.09.1999

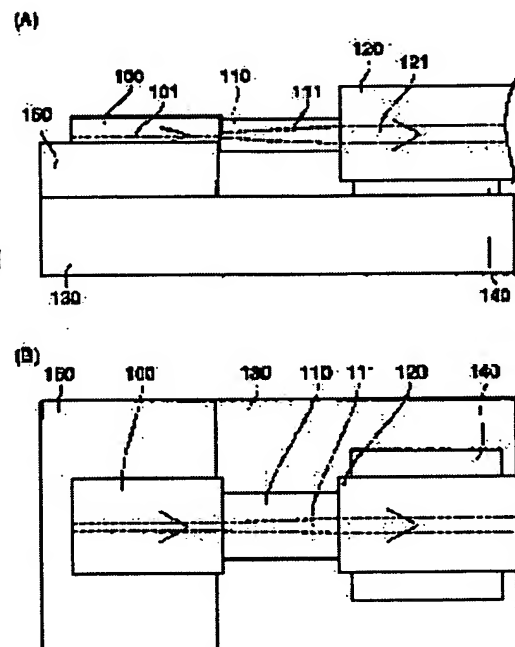
(72)Inventor : KAWAI KIYOYUKI
YOSHIDA RITSUO
KIMURA MASANOBU
ITO KEN
FUSE KAZUYOSHI

54) SEMICONDUCTOR OUTPUT DEVICE FOR OPTICAL FIBER

57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low cost, high output semiconductor output device for an optical fiber.

SOLUTION: The device has such component parts as an end-face light emitting semiconductor element 100, a tapered optical waveguide 110 having a structure of absorbing thermal expansion/contraction, and an optical fiber 120. The output end face of the semiconductor element 100 and one end of the optical waveguide 110 are abutted on and joined to each other, and the other end of the optical waveguide 110 is connected to the optical fiber 120.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3059171

[Date of registration] 21.04.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

Searching PAJ

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11) 特許番号

特許第3059171号
(P3059171)

(45) 発行日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(24) 登録日 平成12年4月21日(2000.4.21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 2 B 6/42
6/122

G 0 2 B 6/42
6/12

A

請求項の数11(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-260710

(22) 出願日 平成11年9月14日(1999.9.14)

審査請求日 平成12年1月11日(2000.1.11)

(73) 特許権者 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 川井 清幸

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地

株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 吉田 律生

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地

株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 木村 正信

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地

株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

審査官 岡田 吉美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ出力半導体装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 端面発光半導体素子と温度伸縮を吸収する構造をもつテーパ光導波路と光ファイバとを個別部品とし、

前記端面発光半導体素子の出力端面に前記テーパ光導波路の一端を突き合わせて結合し、前記テーパ光導波路の他端を光ファイバと接続した構造とした事の特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項2】 請求項1における前記テーパ光導波路をシリコン樹脂で作製したことを特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項3】 請求項1において、前記端面発光半導体素子の出力端面に、前記テーパ光導波路を取り付けるための活性層と概ね同形状のガイド溝を構成したことを特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

2

【請求項4】 請求項1において、前記端面発光半導体素子の出力端面に、当該半導体素子の出力光を吸収発熱し溶解または昇華する材料を膜として付加し、自己出力光を用い当該膜の光進行部分を溶解または昇華させ前記テーパ光導波路の取り付けガイドを作成し、前記テーパ光導波路の一端を前記ガイドに沿って突き合わせて結合し、前記テーパ光導波路の他端を光ファイバと接続する構成とした事の特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項5】 請求項1において、前記端面発光半導体素子の出力端面に当該半導体素子の出力光に感光するフォトリソを膜として付加し、出力光で感光し出力光通過部を除去して前記テーパ光導波路の取り付けガイドを作成し、前記テーパ光導波路の一端を前記ガイドに沿って突き合

10

わせて結合し、前記テーバ光導波路の他端を光ファイバと接続する構成とした事の特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項6】 請求項1における前記テーバ光導波路において、

前記端面発光半導体素子から出力された光の進行方向をz軸とし、z軸と垂直な面内の2軸をx軸、y軸としたとき、

z軸進行方向にともないx軸方向の幅形状が減少するとともにy軸方向の幅形状が増加する形態の前記テーバ形光導波路であることを特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項7】 請求項5における前記テーバ光導波路において、前記端面発光半導体素子に接続される側のコア部屈折率が大きく、z軸進行方向にともないy軸方向のコア幅形状の増加にともないコア部の屈折率が減少することを特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項8】 請求項5におけるテーバ光導波路において、コア部x軸平面のz軸中心に集光作用をもつことを特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項9】 請求項6における集光作用素子として屈折率分布レンズを用いることを特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項10】 請求項1において、前記端面発光半導体素子の光導波路側の出力端面にあらかじめ反射防止膜を付加したことを特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【請求項11】 請求項8において、前記端面発光半導体素子の活性層（発光領域）のテーバ光導波路へ向かっての光進行方向をz軸、z軸と垂直な面内の2軸をx軸、y軸としたとき、

x軸方向の幅形状は、接続されるテーバ形光導波路の幅形状と光学的に連続な放物線または円錐線とし、y軸方向は、一定幅の活性層をもつ端面発光半導体素子としたことを特徴とする光ファイバ出力半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光ファイバ出力半導体装置に関するもので、光ファイバと半導体レーザを組合せた装置である。そして本発明は光ファイバ出力半導体装置を低コスト化し同時に大出力化を実現するものである。したがって、通信用のみならず幅広い用途の拡大がなされる。

【0002】

【従来の技術】端面発光型の半導体レーザダイオード（半導体レーザ）と光ファイバとを光結合させる場合、その結合損失を抑えるためには、広がりを持った半導体レーザの出力ビームをファイバに入り易く交換する光学手段と、これらの要素（半導体レーザ、光学手段、光ファイバ）の位置精度が重要となる。

【0003】つまり、半導体レーザからのレーザ光は空気中の自由空間伝播では、垂直方向に±20度、水平方向に±5～10度前後の広がりを持つため、半導体レーザ素子端面と光ファイバを直接突合せ結合（バットジョイント）させると、約10dB前後の結合損失を伴う。そこで、レンズなどの光学手段を用いてビームを変換することで結合損失を低減する方法がとられる。また、長距離・大容量通信を目的にした光通信では、コア径が10μm程度かそれ以下の広帯域のシングルモード・ファイバが用いられるので、これらの結合には1μm以下の位置精度が必要になる。

【0004】従来の技術の一例として、光通信に用いられている半導体レーザモジュールについて説明する。

【0005】河野健治著「光デバイスのための光結合系の基礎と応用」現代光学社 出版の89ページに半導体レーザモジュールの模式的な断面図と外観図が示されており、これを図12に示す。また、同書の77ページに示されているこの方式のレンズ構成を図13に示す。

【0006】ここに用いられている半導体レーザは、発振波長が1.29μmのInGaAsP/InP半導体レーザ、レンズ1は球レンズ、レンズ2-1とレンズ2-2はGRIN（graded-index）ロッドレンズである。また、レンズ1、レンズ2-1は金属ホルダに半田固定されており、単一モード光ファイバを固定した中子（フェルル：Ferrule）とレンズ2-2とは一体化用ホルダに光学的調整なしに機械加工精度で固定されている。

【0007】組み立て手順および調整方法は以下の通りである。

【0008】（1）レンズ1のホルダを半導体レーザのヒートシンクに固定する。

【0009】（2）半導体レーザの信頼性を確保するために半導体レーザとレンズ1のホルダを窒素ガスとともにハーメチックシールする。

【0010】（3）単一モード光ファイバからの光出力をパワーメータでモニタし、最大光出力が得られるように、レンズ2-1のホルダを光軸に垂直な方向に、Virtual Fiber（単一モードファイバとGRINロッドレンズ2-2とを一体化したものはスポットサイズが拡大された仮想的な単一モード光ファイバとみなせるためこう呼ぶ）を光軸に垂直な方向と光軸方向に相互に調整する。レンズ1のホルダを半導体レーザのヒートシンクに固定した際の軸ずれは、この時自動的に補正されている。

【0011】（4）レンズ2-1のホルダを半導体レーザパッケージに固定する。

【0012】（5）Virtual Fiberを光軸に垂直な方向と光軸方向に位置調整して、レンズ2-1の軸ずれを補正した後、Virtual Fiberをそのホルダにまず光軸方向に固定する。次にVirtual

a l F i b e rホルダをレンズ2-1のホルダに固定することにより、光軸垂直方向の固定を行う。

【0013】この例を見てもわかるように、このような光学レンズを組み合わせて半導体レーザと光ファイバを結合する方法では、温度変化の影響を少なくするためにコアシリアル構造の金属製パッケージを採用し、同時に多くの極めて精密な調整工程が必要である。この例ではレンズ2-1の光軸方向の調整を行うためV i r t u a l F i b e rを光軸に垂直な方向と光軸方向に同時に相互調整を行っているが、これだけの多くのパラメータを同時に調整することは非常に難しくまた最適値も得にくい。

【0014】特に、ファイバ径が10 μ m以下の単モードファイバを用いると位置精度は1 μ m以下が必要であり、多くのパラメータの同時調整を高精度に行う必要がある。このため、このような方法によって作られる半導体レーザモジュールは、調整に非常に長い時間を要するため製造コストが増大して非常に高価なものとなっている。

【0015】また、半導体レーザにおいてワット級まで光出力を増大させるためには活性層を拡大する必要がある。特にG a A s系半導体では光密度を高めると光学的損傷の問題があり、光密度として1MW/cm²程度が限界とされている。活性層の厚さは発光効率を確保するために一義的に決められるため、出力増大を図るには活性層の幅を必然的に増加させねばならない。具体的には、活性層の幅を150 μ m～500 μ mにまで拡大することでワット級レーザを実現している。

【0016】ところが、このような垂直方向（活性層厚0.1 μ m程度）と水平方向（活性層幅150 μ m～500 μ m）の大きさが極端に異なる光源を結合光学系で例えば直径10 μ m程度のファイバに集光することは一般に非常に困難である。つまり、上記のような光学レンズを組み合わせた方法で高出力の半導体レーザと光ファイバを結合すると結合損失を低く抑えることが現実には困難なものになる。

【0017】以上のべたように、高出力の半導体レーザと光ファイバを接続するにあたり、従来の光学部品を用いた結像光学系で結合する方法は、構造および精密な調整を要する事から高コストになる。また、大出力半導体レーザとの接続において、結合損失の増大という大きな問題がある。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、微小レンズを組み合わせた結像光学系を用いて構成される従来の実用化された光ファイバ出力半導体装置は、信頼性確保のための金属製筐体の使用や組み立て時の高精度な位置決め調整の必要性によって、LD（レーザダイオード）チップ自体は低価格にもかかわらずモジュールとしては極めて高価なものしか得られなかった。また、端面

発光半導体からのワットクラスの幅広光出力ビームを光ファイバビームへ変換するのは結合損失の増大により現実的には著しく困難なため、高出力の光ファイバ出力半導体装置は実現されていなかった。

【0019】そこで本発明は、低価格化と高出力化を図った光ファイバ出力半導体装置の提供を目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】この発明は上記目的を達成するために、端面発光半導体素子と温度伸縮を吸収する構造をもつテーパ光導波路と光ファイバとを個別部品とし、前記端面発光半導体素子の出力端面にテーパ光導波路の一端を突き合わせて結合し、前記テーパ光導波路の他端を光ファイバと接続する事の特徴とするものである。

【0021】つまり基本は、（端面発光チップ+伸縮吸収テーパ光導波路+ファイバ）となっている。またこの発明は、（伸縮吸収テーパ光導波路がシリコン素子で構成されること）、（端面発光チップにガイド溝を設けること）、（半導体チップと光導波路組み立てにセルフアライン化、レーザ加工を行うこと）、（SLDの場合、外部ミラー共振器と組み合わせてレーザ加工セルフアラインを行うこと）、（半導体チップと光導波路組み立てにセルフアライン化、レジスト加工すること）、（チップとファイバのインターフェイスとなるテーパ形状、x：幅方向、y：厚さ方向の関係）、（厚さの変化に対応したコア屈折率の設定）、（コア屈折率設定の実現手法）、（幅方向の平面波-球面波変換）、（屈折率分布の実現手段）、（SLDへの応用）、（チップの幅方向形状もテーパとすること）、（SLDの両端にテーパ光導波路+光ファイバを接続する構成）のそれぞれについても特徴を備えるものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0023】実施例1について説明する。図1（A）

（B）は本発明の基本構成を示す。端面発光半導体チップ100から出たレーザ光は、テーパ形光導波路110を通り光ビーム形状を変化させ、光ファイバ120へ入射する。

【0024】図1（A）は横方向から見た形状を示し、図1（B）は上面から見た図である。

【0025】端面発光半導体レーザ100の活性層101は極めて薄く、変換効率を高くする観点から一義的に厚さが決められてしまう。例えば、厚さ0.1 μ m程度である。しかしながら、上下部分との屈折率差も小さく、活性層を一部にじみだしたビーム形状で例えば半値幅1 μ mのビームとして端面から出力される。

【0026】一方、活性層の幅方向は広くとられる。特に大出力を得たい場合、光学損傷を起こさないように例えばG a A s系の場合には、光出力部の光密度を1MW

／ cm^2 以下で動作させなければならないため、必然的に活性層の幅を広くしなければならない。幅方向は $100\mu\text{m}$ を超えるものもある。

【0027】それに対し光ファイバのコアの大きさは多くの場合は円形であり、例えば $10\mu\text{m}$ 径のコアを考えた場合、一般に端面発光半導体レーザの活性層に比べ、幅方向では狭く、厚さ方向では厚くなっている。この光ビーム形状の異なる光デバイス間を、テーパ形光導波路110にて光ビーム形状を変化させて結合させるものである。

【0028】図1(A)(B)では端面発光半導体チップ100、テーパ形光導波路110、光ファイバ120が各々突き合わせでPC(Physical Contact)接続されている。接続部において、軸上での前後方向ズレ、軸ズレによって大きくこの接合部の損失が増加する。損失を抑えるにはサブミクロンの突き合わせ精度が要求される。また、温度変化や経年変化における精度の保持が要求される。光ファイバ120のコア形状は通常円であるので、テーパ形光導波路110の光ファイバ接続側形状も同一円とするのがベストであるが、角形で近似してもビーム形状としては大きな差がないため接続損失も深刻な程の大きさにはならない。むしろ、軸上での前後ズレと軸ズレが大きな損失になる。

【0029】図1(A)(B)において、半導体チップ100はセラミックサブ基板150にマウントされ、さらに金属基板130にマウントされている。このとき、端面発光半導体チップ100、テーパ形光導波路110、光ファイバ120、セラミックサブ基板150、金属基板130は各々膨張係数が異なり、温度変化にともない相対的な位置および接続部形状変化が発生する。光ファイバ120は光ファイバ台140に配置されている。

【0030】本発明ではテーパ形光導波路110をシリコーン樹脂のようなゴム質状の素材で形成し、前記相対的な位置および接続部形状変化を吸収する。同様な効果は図2に示すようにPC樹脂等で形成したテーパ形光導波路110をたわみ構造とする事でも得られる。

【0031】図3は第2の実施例を示す。端面発光半導体チップ100の出力端面に薄膜102を付加する。活性層101の出力端面では $0.1\sim 1\text{MW}/\text{cm}^2$ の光出力が容易に得られる。したがって、薄膜102を付加後に端面発光半導体チップ100を動作させれば薄膜を溶解または昇華させるレーザ加工ができ、図3(B)のように出力光部分に穴を開け、凹型の接続ガイド102-1の形成ができる。

【0032】テーパ形光導波路110の接続部に図3(C)のように凸型の接続ガイド112をあらかじめ形成しておくことにより、図3(D)に示すように機械的突き当て接続が極めて高精度で実現できる。

【0033】図3(E)は光ファイバ120と端面発光

半導体チップ100とでハイブリッドレーザを構成した例である。光ファイバ120にファイバグレーティング122を施し反射端とし、端面発光半導体チップ100の接続部には低反射膜(AR膜)103を施し、光ファイバ120と半導体チップの他端の高反射膜(HR膜)104とで光共振器を形成している。

【0034】このとき低反射膜(AR膜)103は一般に高絶縁の誘電体を使用されるため、薄膜102は金属等を使用してもよい。

10 【0035】端面発光半導体チップ100は、劈開面を反射端としてそのまま使用する例が多く、その場合には活性層101の両端が反射端となり光共振器が形成されレーザ発振をする。しかしながら、図3(E)の構成の場合のように一端(あるいは両端)にAR膜103を施すと端面発光半導体チップ100は単体では光共振器が形成できずレーザ発振に至らないため、低い光密度でしか出力できない。

20 【0036】図4(A),(B)には、両端にAR膜103を施した端面発光半導体チップ100を示す。このとき2枚の向かい合った平面鏡あるいは凹面鏡で構成された外部光共振器105の内部に端面発光半導体チップ100を置き発光動作を行なえば、外部光共振器105でレーザ発振に達し、図4(B)のように薄膜102に凹型接続ガイドを形成できる。

30 【0037】以上、図3(A)～図3(E)および図4(A), 図4(B)で述べた手法は、薄膜102をレーザ加工するものであるが、薄膜102を当該端面発光半導体チップ100の出力光で感光するポジティブ型フォトリソストで作成し、同様に端面発光半導体チップ100で自発光させたのち現像すれば、全く同様な効果が得られる。

【0038】また、図5(A)に示す薄膜102を当該端面発光半導体チップ100の出力光で感光するネガティブ型フォトリソストで作成し、同様に端面発光半導体チップ100で自発光させたのち現像すれば、図5

40 (B)に示すように端面発光半導体チップ100側に凸型の接続ガイドを形成できる。そして同図に示すようにテーパ形光導波路110に凹型のガイドを形成しておくことにより、図5(C)に示すように全く同様な突き合わせを高精度で行なう効果が得られる。

【0039】図6には、テーパ形光導波路110の実施例を示す。

【0040】図6のテーパ形光導波路110の左側に端面発光半導体チップ100が接続され、右側に光ファイバ120が接続されるものとする。図6に示すように、端面発光半導体チップ100の接続部を原点にとり、テーパ形光導波路のコア部111において光の進行方向光軸をz軸とし、テーパ形光導波路のコア部111の厚み方向をy軸、幅方向をx軸として3次元座標をとる。

50 【0041】テーパ形光導波路110のコア部111は

左がわ(端面発光半導体チップ100に接続)にいくに従い、y方向厚み形状が減少するとともに屈折率 n を増加するように設定する。クラッド屈折率とコア屈折率との屈折率差 Δn としたとき、光導波路の光閉じ込め効果はコア厚み減少にともない低下する。したがって、コア厚み減少に伴いコア屈折率を増加させることにより、 Δn を増加させ光閉じ込め効果を高めることが光ビーム形状変化の損失を抑えるうえで極めて効果的である。

【0042】一方、幅方向x軸においては、図6に示すように、幅方向の中心部の屈折率を高く設定し幅方向(x平面)GRINレンズを形成させる。また、光ファイバ120への接続側には、x平面においてテーパ状に幅を狭くする。GRINレンズ効果は端面発光半導体チップ100からのx平面における平面波を光ファイバ120のガウスビーム形状に変化させるに当たって有効な手段となる。

【0043】当然であるが、端面発光半導体チップ100の活性層101の幅が狭い場合や、端面発光半導体チップ100の活性層101における光導波路の動作がx平面における平面波ではなくガウスビームとして取り扱う場合にはGRINレンズ効果を省略してもよい。

【0044】図7(A)(側面図)、図7(B)(上面図)には、この一例を示す。テーパ形光導波路110の左側に端面発光半導体チップ100が接続され、右側に光ファイバ120が接続される。テーパ形光導波路110のコア部111は幅方向においては、光ファイバコア部121のガウスビームの広がりをもそのまま維持し、光ファイバ120接続部から放物線状になり、広がりにしたが円錐状になる。さらに端面発光半導体チップ100内では活性層101の形状がテーパ形光導波路110のコア部111と接続し光学的に連続な扇状になっている。端面発光半導体チップ100の他端には反射鏡400を設置する。

【0045】図7(A)、(B)では反射鏡400は幅方向でのキュービクミラーを表しているが、反射鏡400として凹面円柱鏡を使用しても同様な効果が得られる。

【0046】図8(A)～図8(C)には、図6で示した効果の実現を容易にした一例を示す。図8(A)は横方向からの図であり、図8(B)は上面からの図である。

【0047】テーパ形光導波路110のコア部111の屈折率を n_1 とする。左側のコア部は屈折率 n_2 ($n_2 > n_1$)でコア先端部111-1を形成している。このような薄膜状の重ねあわせでコアを形成した場合、近似的に2層の屈折率の平均とみなしてよい。したがって、左端で厚さ形状が最も薄く、屈折率が最大 n_2 であり右側に進むに従い、厚さ形状が増加するとともに屈折率は次第に減少し n_1 になる。

【0048】同様にコア一部111-2は屈折率 n_2 で

形成されており、その断面図を図8(C)に示す。

【0049】上記と同様に薄膜を重ねたコア部は両者の平均屈折率と近似されるので、コア一部112-2により光軸中心部が屈折率が大きく光軸から離れるにしたがって屈折率が減少するGRINレンズ効果が得られる。

【0050】図9には、テーパ形光導波路110と光ファイバ120との接続の一例を示す。図9のテーパ形光導波路110はテーパ形光導波路のコア部111を挟む上下クラッド部のうち、下側クラッド部を一回り大きなサイズとし、光ファイバ120の取り付け台を兼ねる構造としてある。光ファイバ120の取り付けは図10

(A)のような凹型構造による3点支持、図10(B)のようなV溝構造による2点支持とすることで、テーパ形光導波路のコア部111と光ファイバ120のコア部121との相対位置を精密に設定でき、機械的精度だけでの組み立てが可能になる。

【0051】図11には、端面発光半導体チップ100の両端面にAR処理を施し、両端にテーパ形光導波路110と光ファイバ120を接続したものを示している。2本の光ファイバ120にはファイバグレーティング122-1、122-2が施されている。この2つのファイバグレーティング122-1、122-2は任意の反射率が設定できる。例えば、ファイバグレーティング122-1を比較的高反射とし、一部通過する光出力をフォトダイオードで受けてAPC(自動出力制御)用モニタに使用する。ファイバグレーティング122-2は比較的低反射として、透過光を外部出力光として利用できる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、高出力で低価格な光ファイバ出力半導体装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の装置の基本構成を示す側面図と上面図。

【図2】図1のテーパ形光導波路の他の例を示す図。

【図3】この発明の他の実施の形態を示す図。

【図4】両端にAR膜を施した端面発光半導体チップの例を示す図。

【図5】この発明のまた他の実施の形態を示す図。

【図6】この発明に係るテーパ形光導波路の実施例を示す図。

【図7】さらにまたこの発明の他の実施の形態を示す図。

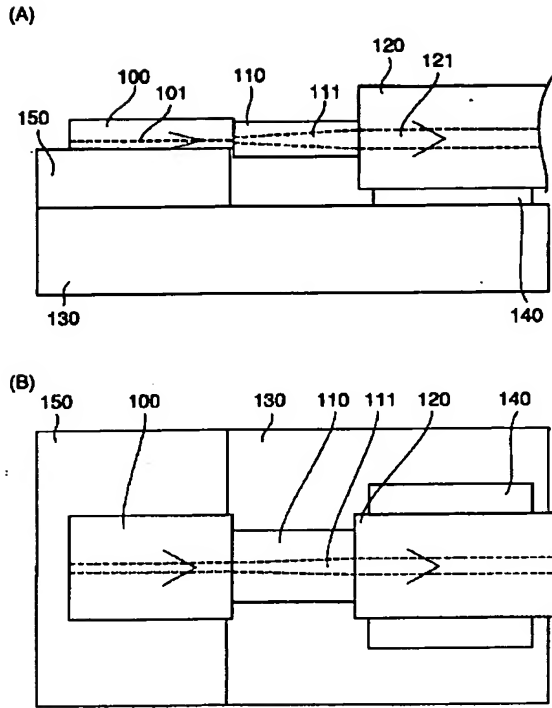
【図8】この発明のまた他の実施の形態を示す図。

【図9】テーパ形光導波路と光ファイバとの接続の一例を示す図。

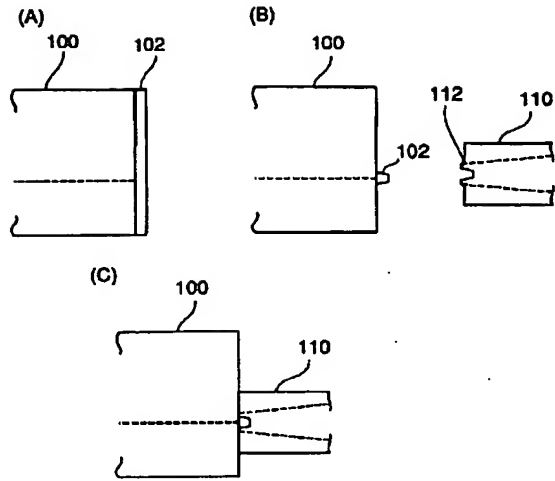
【図10】光ファイバの取り付け例を示す図。

【図11】端面発光半導体チップの両端面にAR処理を施し、両端にテーパ形光導波路と光ファイバを接続した

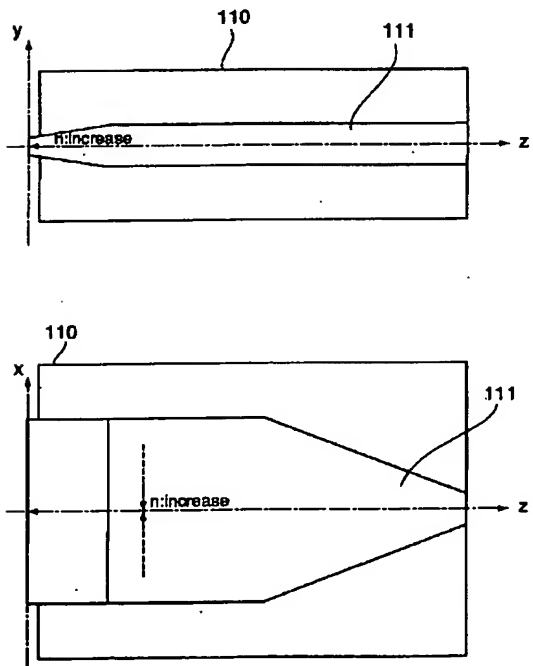
【图1】



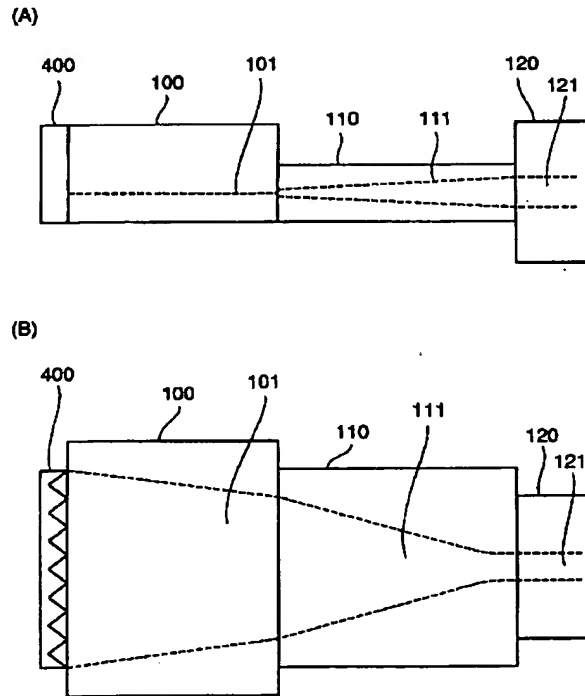
【图5】



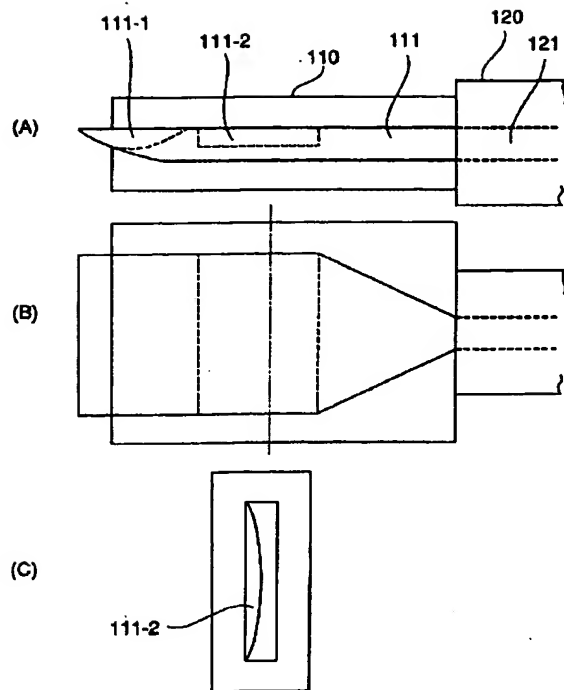
【图6】



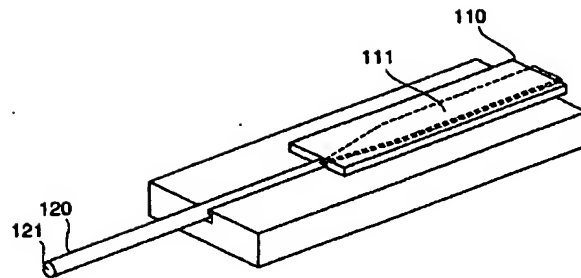
【图7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 謙
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地
 株式会社東芝横浜事業所内
 (72)発明者 布施 一義
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地
 株式会社東芝横浜事業所内

(56)参考文献 特開 平11-125749 (J P, A)
 特開 平11-84182 (J P, A)
 特開 昭56-64479 (J P, A)
 特開 平4-34505 (J P, A)

(58)調査した分野(Int. Cl.⁷, D B名)

G02B 6/26
 G02B 6/30 - 6/34
 G02B 6/42 - 6/43
 G02B 6/12 - 6/14